Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Berlin
Direktor: Prof. Dr. med. Rostock

Über Festwerden von Pseudarthrosen nach Belastung

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der
Medizinischen Doktorwürde
an der
Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Franz Walter
aus Berlin-Tegel

am 1. August 1938.

Druck: Martin Heilmann, Graphische Anstalt, Reichenbach i. V.
1938

M 265

Gedruckt mit Genehmigung
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin.

Dekan: Prof. Dr. med. Siebeck

Referent: Prof. Dr. med. Rostock

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gewidmet dem Andenken

meines Bruders

Heinz Georg Walter

Als Pseudarthrose bezeichnet man einen Zustand, der dann eingetreten ist, wenn ein gebrochener Knochen nach vollständigem Abklingen aller Entzündungs- und Regenerationserscheinungen keine knöcherne Vereinigung aufweist. (Otto Frisch.)

Die Ansichten über Entstehung und Behandlung der Pseudarthrose gehen seit jeher weit auseinander. Ja selbst der Begriff Pseudarthrose wird nicht von allen Autoren einheitlich angewandt. Während man früher jede über das Normalmaß an Zeit ausbleibende Konsolidation eines Knochenbruches mit dem Namen Pseudarthrose belegte, unterscheidet man seit einer Reihe von Jahren zwischen verzögerter Konsolidation und echter Pseudarthrose. Freilich läßt sich eine genaue Angabe, ob verzögerte Konsolidation oder echte Pseudarthrose vorliegt, sehr oft nicht machen. Die Zeitangaben, von wann ab man eine ausbleibende Verknöcherung als echte Pseudarthrose anzusehen hat, sind verschieden. Campbell, Pfab, Nutter, Frosch, Thomas sprechen von einer Pseudarthrose bei kleineren Knochen nach 3-, bei Röhrenknochen nach 6-monatlicher Dauer des Ausbleibens der Verknöcherung. Andere Autoren glauben jedoch auch an eine verzögerte Konsolidation über Jahre hinaus. Diese Angaben sind aber praktisch kaum zu verwerten, da die Konsolidierungszeiten in den einzelnen Fällen verschieden und von verschiedenen Ursachen abhängig sind. Mit Hilfe der Röntgentechnik läßt sich oft, aber auch nicht immer, eine genaue Angabe über das Vorliegen einer Pseudarthrose machen. Bier sagt: „Es ist häufig Ansichtssache, ob man einen nicht verheilten Bruch eine Pseudarthrose oder eine verspätete Callusbildung nennen will". Da nun aber der Unterschied verzögerte Konsolidation — echte Pseudarthrose selten mit absoluter Sicherheit zu machen ist, spielt es auch keine Rolle für das Thema dieser Abhandlung, wie ich vorausschicken muß, daß heute viele Autoren der Ansicht sind, daß eine echte Pseudarthrose nur durch operative, niemals durch konservative Maßnahmen (wozu ja auch die Belastung gehört) zu heilen ist, und daß scheinbare Erfolge hierbei darauf beruhen, daß es sich nur um eine verzögerte Konsolidation handelte.

Das klinische Erscheinungsbild, das die Pseudarthrose verursacht, ist sehr vielgestaltig. Es ist abhängig vom Sitz der Pseudarthrose und von der Art der Verbindung der betreffenden Bruchstücke. Je nachdem kann mitunter eine kaum bemerkbare Schwäche und Nachgiebigkeit der Extremität, aber auch schlimmere Formen bis zum vollkommen hilflosen Schlottern des distalen Gliedabschnittes (Dreschflegelsymptom) die Folge sein.

Die Art der Verbindung der beiden Fragmente führt uns auf die Einteilung der Pseudarthrosen. In der Hauptsache hat man wohl zu unterscheiden zwischen straffen Pseudarthrosen (Syndesmosen) und wirklichen Gelenkbildungen (Nearthrosen). Im ersten Fall findet sich eine einfache narbige Gewebszwischenschaltung. Im zweiten Fall liegt eine wirkliche Gelenkbildung vor mit allen zu einem Gelenk gehörigen Anteilen: Kapsel, Synovialsack, Knorpelbelag; selbst synoviale Ergüsse und Bildungen, wie sie der Arthritis deformans entsprechen, kommen vor. Die fibröse Verbindung der Frakturenden bei den Syndesmosen kann übrigens bisweilen so fest sein, daß sie den Gebrauch des Gliedes erlaubt. (W. Anschütz und O. Portwich schildern in „Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1927 Bd. 20" 4 solcher festen fibrösen Verbindungen bei Oberschenkel-Pseudarthrosen.)

Über die Entstehung der Pseudarthrosen gehen die Ansichten weit auseinander. Es kann sehr viele Ursachen für das Ausbleiben bzw. die Verzögerung der Konsolidation und für die Entstehung einer Pseudarthrose geben. Seit alters her teilt man sie ein in solche allgemeiner und solche lokaler Natur. Unter den allgemeinen Ursachen wurden genannt: Alter, Schwangerschaft (Hinze, Jsrael, Katzenstein, Tammann), Lactation (Fabricius, Hildamus, Billroth), Anaemie, Ernährungsstörungen (Billroth), bestimmte Stoffwechselerkrankungen, Avitaminosen (Skorbut) (Ragholt), allgemeine Infektionen (Typhus, Variola, Pneumonie, Scharlach), Vergiftungen durch Quecksilber, Blei, Arsenik und Phosphor, chronische, den Stoffwechsel stark beeinflussende und allgemein schwächende Erkrankungen wie Lungentuberkulose (Owen), Diabetes (Owen, Verneuil), Lues (Owen), Krebs, Hunger (Brodie, Lorenz, Sacetto, Weiske), Erkrankungen des zentralen und peripheren Nervensystems, welche die Ernährung des Knochens beeinflussen (Paralyse, Tabes, Syringomyelie), Störungen

gewisser Drüsen mit innerer Sekretion, namentlich der Schilddrüse, Thymus, der Epithelkörperchen, der Hypophyse und der Geschlechtsdrüsen, Störungen des Kalkstoffwechsels, wie sie bei der Rhachitis (Lereboullet) und Spätrhachitis (W. Müller) sowie Osteomalacie in Erscheinung treten.

An lokalen Ursachen kennt man als Hauptgrund die Interposition von Weichteilen, ferner zu weitgehende Dislocatio der Bruchenden, schlechte Ernährung der Fragmente, vorzeitige Ausräumung des Frakturhaematoms, zu starke operative Entsplitterung (wie man vor allem im letzten Kriege beobachtete), ferner Fremdkörper und Sequester und andere Ursachen. Sicher ist wohl, daß die grobmechanische Vorstellung weit überschätzt wird. Denn was z. B. die Stellung der Fraktur betrifft, so hat man beobachtet, daß starke Dislocatio ad longitudinem und ad latum doch eigentlich nur sehr selten zu einer Pseudarthrosenbildung führt, umgekehrt sich aber auch bei Brüchen mit guter Stellung eine Pseudarthrose ausbilden kann. Was die Interposition von Muskulatur betrifft, so hat die blutige Frakturbehandlung gezeigt, daß weit mehr Fälle von Interposition vorkommen, als es überhaupt Pseudarthrosen gibt.

Bier, der sich auf das größte Pseudarthrosenmaterial stützen kann, mißt der Interposition von Weichteilen nur eine untergeordnete Bedeutung zu, er spricht von einer örtlichen Bereitschaft des Gewebes für die Bildung von Gelenken. In der Tat treten ja auch nach operativer Behandlung oft erneut Knochenlücken auf, genau an der alten Stelle.

Lexer hält Schädigung der periostalen Ernährung für die wichtigste Entstehungsursache.

Für die Behandlung der Pseudarthrose ist es wichtig, ob es sich dabei um eine erst kürzere Zeit bestehende, also eigentlich eine verzögerte Konsolidierung oder um eine alte Pseudarthrose handelt. Bei der ersteren wird sich oft durch einfache Fortsetzung der gewöhnlichen Frakturbehandlung noch ein Festwerden der Fraktur erreichen lassen, während die letztere nur durch besondere mehr oder weniger eingreifende Verfahren zur Heilung zu bringen ist.

Auch die Form der Pseudarthrose ist für die Behandlung nicht gleichgültig. Die straffe Form, bei der sich nur eine kurze, derbe bindegewebige Brücke zwischen den Frakturenden befindet, kann

durch verhältnismäßig einfache Maßnahmen bekämpft werden. Die echten Gelenkbildungen dagegen machen eingreifende Operationen notwendig, weisen auch dann noch oft Recidive auf und sind gelegentlich unheilbar.

Die Behandlungsarten der Pseudarthrose können in zwei große Gruppen eingeteilt werden, in konservative und operative Maßnahmen. Von beiden gibt es eine solche Menge von Verfahren, daß schon allein die große Zahl sagt, daß es noch kein sicheres Heilverfahren gibt. Die konservativen Behandlungsverfahren der Pseudarthrose stammen zum großen Teil aus der vorantiseptischen Zeit. Sie sind zum Teil die gleichen geblieben seit vielen Hunderten von Jahren (so empfahl z. B. bereits Hippokrates die Diät als Prophylakticum und Therapeutikum für Pseudarthrosen). Ein sehr altes, schon Celsus bekanntes Verfahren ist die Exazerbation der Bruchflächen, d. h. das Reiben der Flächen aneinander, wobei sowohl die verbindenden Bindegewebsschichten gequetscht und zerrissen werden, als auch ein neuer Entzündungsreiz für die Callusbildung gesetzt wird. Ähnlich wie diese manuelle wirkt die automatische Friktion beim Gehen, das altbekannte sogenannte „Heilgehen", wobei gleichzeitig durch die Belastung noch die Fragmente ineinandergekeilt werden und ferner die Ernährungsverhältnisse im Gliede durch die Bewegung gefördert werden. Diese Form der Therapie soll uns in den folgenden Ausführungen beschäftigen. Selbstverständlich ist das Verfahren nur bei Pseudarthrosen der unteren Extremität anwendbar. Es ist 1700 von White empfohlen und später in Philadelphia 1848 von Smith angewendet worden. Auch Paul von Bruns empfahl es in seiner Lehre von den Knochenbrüchen. Es ist noch heute das gebräuchlichste Mittel für die Behandlung der verzögerten Callusbildung, und die günstige Wirkung ist allgemein anerkannt. Durch die mechanische Inanspruchnahme einer Bruchstelle wird ein nicht unerheblicher Regenerationsreiz hervorgerufen, wie aus der bedeutend schnelleren Heilung der Knochenbrüche mit „beschränkter Feststellung" nach Lexer hervorgeht. Der „ungewohnte mechanische Reiz der sich wiederholenden kleinen Bewegungen" (Roux) wirkt trophisch auf die knochenbildenden Elemente, und zwar bildet sich unter dem funktionellen Reiz das Callusgewebe nach bestimmten „histomechanischen

Gesetzen" (Wehner), die der Statik des betreffenden Knochens sehr genau entsprechen.

(Annemarie Buresch [Pseudarthrose und Muskel, Arch. f. klin. Chirurgie Bd. 143, 1926].)

Im Folgenden gebe ich die Ansichten einer Reihe von Autoren über diese Methode der Pseudarthrosen-Behandlung wieder.

König (Verh. d. d. Ges. f. Chir. 1932):

„Wir sind imstande, bei Pseudarthrosen an den Strukturen des Callus (im Röntgenbild) zu sehen, ob voraussichtlich die latente Pseudarthrose noch fest wird. In diesem Falle lassen wir sie laufen. Wir belasten sie, und unter diesen Umständen haben wir eine Reihe dieser latenten Pseudarthrosen zerrieben und zur Heilung gebracht".

Lexer (Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie):

„.... Ebenso kann die Anwendung von Gehverbänden bei Pseudarthrosen an den Beinen durch Belastung und Reibung der Bruchenden günstig wirken. Dadurch, wie bei kräftigem Reiben und Beweglichmachen der Bruchenden aneinander, durch heiße Bäder und Klopfmassage ist man imstande, zwischengelagertes Narbengewebe zu zermalmen und die Knochenregeneration anzuregen und zu steigern ...."

A. Schanz (Handbuch der orthopäd. Chir. Joachimsthal II. Bd.):

„.... Wohl aber müssen wir erwähnen, daß in allen Fällen, wo nicht eine Interposition von Weichteilen die Heilung verhinderte, eine Behandlung nach den Grundsätzen der ambulanten Frakturbehandlung gute Aussichten bietet, auch nach langer Zeit noch zur Konsolidation zu führen.

Bei einer solchen Behandlung geht man darauf aus, durch das Gehen auf dem verletzten Glied eine Reizung der Bruchstelle zu setzen und dadurch die Callusbildung anzuregen. Man wird zu diesem Zweck natürlich nicht eine so vollkommene Entlastung des Gliedes einstellen, wie bei einer frischen Fraktur, sondern man wird durch die Schiene oder den Verband nur ebensoweit stützen, daß ein Gebrauch des Beines möglich wird".

Reichel (Handb. d. prakt. Chir.) Chir. des Unterschenkels:

„.... Solange es sich nur um eine verzögerte Konsolidation der

Fraktur bei nicht zu starker Dislokation der Fragmente handelt, erreicht man beim Erwachsenen in der Regel schließlich noch eine Heilung durch rein konservative Methoden, wenn auch zuweilen erst nach vielen Monaten, also durch gut angelegte Gips- oder Wasserglasverbände, in denen man die Patienten herumgehen läßt („Heilgehen").“

Lossen 1880 (Dtsch. Chir. 1888 Bd. 2):

Schlägt u. a. das Umhergehen an Krücken in Schienenverbänden vor.

Ernst Bergmann (Dtsch. med. Wochenschr. 1933 Nr. 16):

„.... An blutigen örtlichen Maßnahmen ist das Reiben und Beklopfen der Bruchstelle von altersher gebräuchlich. Einen ähnlichen Reiz zur Knochenneubildung liefert die bloße Belastung des Gliedes. Dabei konnte man Festigung von Knochenbrüchen noch nach Jahren beobachten“.

Helbing (Berlin) Dtsch. med. Wochenschr. 1915 Bd. Nr. 10):

„.... therapeutisch empfiehlt sich eine Irritation der Knochenfragmente durch Herumgehenlassen....“

von Sickmann (Dtsch. Zeitschr. f. Chirurgie 229 1930):

„.... Andererseits lehrt die Erfahrung, daß eine verzögerte Heilung selbst noch nach langer Zeit in Konsolidierung übergehen kann, wenn durch den Belastungsdruck ständige Stauchung der Bruchenden erfolgt und Verschiebung oder Abknickung verhütet wird...“

Lorenz Böhler (Klin. Wochenschr. 1928):

„.... Die genügend lange, nicht unterbrochene Ruhigstellung der Bruchstücke, d. h. bis zum Festwerden derselben und gleichzeitiger ausgiebiger Gebrauch des erkrankten Gliedes (Heilgehen bei Schienbeinbrüchen) ist und bleibt das beste Mittel, knöcherne Heilung, auch bei Querbrüchen des Schienbeines und der Speiche zu erzielen. Beim Gebrauch des Gliedes muß darauf gesehen werden, daß der Callus nur in seiner Längsachse und nicht im Sinne einer Biegung und Abscherung belastet wird. Während dauernder Druck durch zu festen Verband zur Atrophie der Bruchstücke führt, regt intermittierender Druck, wie er beim Belasten in der Längsachse ausgeübt wird, die Callusbildung an....“

Prof. Hans Spitzy (Handbuch der Kinderheilk. Bd. 8, Orthopadie im Kindesalter):

„.... Ist eine Pseudarthrose entstanden, so ist durch die schon genannten Mittel eine Heilung anzustreben. Auffrischen der Enden durch Reiben aneinander, Freigeben der Belastung bei bestehender Fixierung, so daß sich die Enden nicht gegeneinander verschieben können, wohl aber gegeneinander gedrückt werden. ...“

v. Spitzy u. Hartwich (Wien. Med. Klin. 1915):

Erste Versorgung bei Knochenbrüchen und Pseudarthrosen.

„.... Handelt es sich um eine bewegliche Verkeilung, so nützt noch am meisten eine Hülse, die das seitliche Ausweichen verhindert und Erzwingung der Belastung z. B. an der unteren Extremität. In diesen Fällen wird die Bruchstelle manchmal fest, hier können auch Injektionen von Blut und Alkohol reizend und dadurch knochenbildend wirken....“

Gulecke (Mittelrheinischer Chirurgentag 8.—9. 1. 1916):

„.... Abnahme der Extension und Gehgipsverbände bedingen oft noch eine Konsolidation, so daß mit der Operation zu warten ist, vor allem, solange noch Eiterung besteht...“

Kirchner (Tübingen) (Arch. f. Orthop. Bd. 62) hält die Behandlung der Pseudarthrose durch „Beleidigung“ der Bruchenden durch fleißigen Gebrauch oder durch Stauchung des Gliedes für im Grunde genommen nichts anderes als eine fortgesetzte milde Refrakturierung (wie sie Götze empfiehlt). Ihr Ziel ist, gesunden, regenerationsfähigen Knochen der einen Seite mit gesundem, regnerationsfähigem Knochen der anderen Seite in unmittelbare Verbindung zu bringen und die verbindungshemmende Trennungsschicht zu beseitigen oder zu umgehen.

In seinen Beiträgen zur Chirurgie hat Volkmann im Jahre 1875 bereits ausführlich auf die Möglichkeiten aufmerksam gemacht, die die Anwendung funktioneller Reize bei der Pseudarthrosentherapie bietet. Er schildert einen Fall von Unterschenkelpseudarthrose, welche sich im Anschluß an eine schwere komplizierte Fraktur und nach Ausstoßung eines 17 cm langen, größtenteils durch die ganze Dicke der Tibia gehenden Knochensplitters entwickelt hatte. Trotz zweimaligen Einschlagens von Elfenbeinstiften, Resektion und wiederholter energischer Exasperation der Fragmente trat keine Konsolidation ein. Der Patient wurde dann zwei Jahre nach der Verletzung entlassen, da man die Hoffnung auf Heilung aufgegeben hatte. Es

wurde ihm eine Prothese angefertigt, mit deren Hilfe er leidlich gehen lernte. Infolge des Gebrauchs der Extremität nahm deren Volumen mit der Zeit erheblich zu, die Funktion der Muskeln stellte sich wieder ein, die noch vorhandenen Bohrlöcher eiterten etwas stärker, aber auch der Defekt des Knochens füllte sich von Monat zu Monat mehr mit Knochenmasse aus, und die Fraktur konsolidierte schließlich vollständig. Es blieb nur eine ziemlich starke Verkürzung des Beines zurück, und die Fibula verschob sich nach oben, da sie für die Tibia zu lang war.

Diese bei einer Pseudarthrose gemachte Beobachtung wurde für Volkmann maßgebend für die Behandlung der komplizierten Frakturen der unteren Extremität, die er von da an möglichst früh mit Gips- oder Wasserglasverbänden und Schienenapparaten zum Gehen brachte.

Bier, der sich wohl auf das ausführlichste Beobachtungsmaterial von Pseudarthrosen stützen kann, ist der Ansicht, daß auch alte Pseudarthrosen durch das Verfahren der Belastung zur Konsolidation gebracht werden könnten (Arch. f. Chir. 1923 Bd. 127). So erwähnt er einen Fall von Pseudarthrose des Schienbeins, bei der Knochennaht und Knochenplastik vergeblich ausgeführt waren. Noch neun Jahre nach der Verletzung war eine deutlich ausgeprägte Pseudarthrose vorhanden. Weitere drei Jahre später, während der Patient das Glied tüchtig gebraucht hatte, war die Pseudarthrose ausgezeichnet fest verheilt.

Ferner schildert Bier ausführlich einen Fall von Pseudarthrose des Oberschenkels, bei der so ziemlich alle Operationen, die bei Pseudarthrosen möglich sind, umsonst angewandt waren. Drei Jahre später war die Pseudarthrose bei dem mit einem Schutzapparat entlassenen Kranken geheilt. Ich gebe den Fall im Folgenden wieder: 51. Beobachtung: (Arch. f. klin. Chir. 1923 Bd. 127)

Ein 22jähriger Flieger war im Juli 1917 abgestürzt und hatte sich einen subcutanten Bruch des Oberschenkels zugezogen. Der Bruch wurde am 4. 8. 1917 genäht. Es entwickelte sich eine Pseudarthrose. Eine Röntgenaufnahme am 3. 4. 1918 ergab folgendes Bild: Die Pseudarthrose durchsetzt in horizontaler Richtung und ziemlich geradlinig mit einem Spalt von 5—10 mm den Knochen. Der Knochen ist nach innen winklig abgeknickt, so daß die Spitze

des Winkels nach außen sieht. Dieser Winkel ist durch einen zielstrebigen Callus ausgefüllt, der am oberen Ende 10 cm, am unteren 8 cm lang ist. Durch diesen Callus geht der Pseudarthrosenspalt, aber nur in 1 mm Breite. Auf der Außenseite fehlt der Callus. — Am 4. 6. 1918 meißelte Bier auf dem Scheitel des Knickes eine kleine Höhle in die Pseudarthrose und transplantierte Knochenmark aus dem Schienbein desselben Beines hinein. Eine Röntgenaufnahme am 5. 6. 1918 zeigt bereits an der Scheitelseite des Winkels, am oberen Ende reichliche Callusbildung. Der Callus steht weder mit dem oberen, noch mit dem unteren Ende in Verbindung. Am 13. 7. 1918 zeigt sich weitere Zunahme der Callusbildung auf dieser Seite. Der Callus reicht jetzt 6 cm auf das untere Ende herab. Auf der offenen Seite des Winkels ebenfalls Zunahme der Callusbildung unter ziemlich weitgehender Auflockerung der Corticalis. Der Callus vereinigt ohne jede Spaltbildung auf der Scheitel- wie auf der offenen Seite des Winkels beide Knochenenden. Eine Aufnahme vom 29. 7. 1918 zeigt jedoch, daß sich auf der Scheitelseite der Callus vom oberen Bruchende getrennt hat und nur mit dem unteren in Zusammenhang geblieben ist. Auf der offenen Seite des Winkels Auftreten von verschiedenen Spaltbildungen, darunter einer ziemlich breiten, dicht über dem unteren Ende. Nach dem Röntgenbild ist die Pseudarthrose wieder da. Das klinische Untersuchungsbild zeigt, daß die schon gefestigt gewesene Bruchstelle wieder abnorm beweglich geworden ist. Am 15. 8. 1918 wird erneut operiert und zwar wird eine Knochenmarktransplantation vom Hunde ausgeführt, wobei wiederum nur eine kleine Höhle in den Knochen gemeißelt wird. Eine Röntgenaufnahme am 12. 9. 1918 ergibt weiteres Zurückgehen der früheren Callusbildung, auf der Scheitelseite ist sie jetzt fast völlig verschwunden. An der Stelle der alten Pseudarthrose geht anstatt der verschiedenen Spaltbildungen ein einzelner Spalt hindurch. Am 23. 10. 1918 wird zum dritten Male operiert. Die Knochenenden werden bis in die gesunde Markhöhle hinein angefrischt. Man sieht dabei, daß die Pseudarthrose sehr breit ist, sie besteht aus einer 1,6 cm breiten, schwieligen Schicht. Die angefrischten Knochenenden werden durch Seidennaht vereinigt. Auch diese Operation bleibt erfolglos. Das Bild vom 19. 2. 1919 zeigt folgendes: Wieder ist der Knochen an der Bruchstelle in der alten Weise winklig geknickt.

Auf der offenen Seite des Winkels hat sich recht reichlicher neuer Callus gebildet. Der Spalt im Callus ist jetzt 1 cm breit. Er ist leicht bogenförmig und hat unten und oben ganz scharfe Ränder. An der Oberfläche des unteren Randes trägt er einen sehr feinen Kalksaum, wie man ihn bei entzündeten Gelenken sieht. Der Spalt läuft in Kammbildung aus. Offenbar liegt eine Arthritis deformans der Pseudarthrose vor. Der Patient wurde schließlich mit ungeheilter Pseudarthrose am 3. 7. 1919 mit Hessing'schem Apparat entlassen. — Am 18. 6. 1920 wird der Patient nachuntersucht. Dabei findet sich an der alten Bruchstelle eine außerordentlich starke Callus-wucherung, die die frühere Pseudarthrose vollkommen überbrückt und festigt. Die Markhöhle ist auf eine Strecke von 10 cm durch feste Knochenmassen abgeschlossen. Der Callus ist an mehreren Stellen aufgehellt, z. T. in langgestreckter, z. T. in Kreisform. Diese Aufhellungen stehen nicht miteinander in Zusammenhang. — Am 16. 3. 1922 erneute Nachuntersuchung: Der früher unregelmäßig geformte Callus sieht jetzt regelmäßig aus. Die alte Bruchstelle bietet den Anblick einer spindelförmigen, glattwandigen Auftreibung des Knochens von 7 cm Breite und 13 cm Länge in ihren größten Ausdehnungen. Die Markhöhle ist wieder hergestellt. Die Corticalis der Außenseite ist in Spongiosagewebe aufgelöst.

Max Kappis-Kiel (Dtsch. Ztschr. f. Chir. 1921 Nr. 165) hält es für notwendig, über der Neigung zur operativen Behandlung der Pseudarthrosen, die nicht immer zum Ziele führe, nicht zu vergessen, daß auch konservative Maßnahmen viele Pseudarthrosen, die er dann aber für nur lange verzögerte Konsolidationen hält, zur Heilung bringen können. — Dabei gibt er jedoch zu, daß es sich um Fälle gehandelt hat, die man im gewöhnlichen Sprachgebrauch meist als Pseudarthrosen bezeichnen würde. — Er stützt sich dabei auf eine Reihe von Erfahrungen, die er in der Pseudarthrosentherapie der unteren und oberen Extremität gemacht hat. Bei der oberen Extremität wendet Kappis den Abduktionsgips an, bei der unteren Extremität, die hier für uns in Frage kommt, die Belastung im Gehgips. Er hatte auf diese Weise bis zum Jahre 1921 drei Ober- und zwei Unterschenkel-Pseudarthrosen behandelt. Die Unterschenkel-Pseudarthrosen erhielten einen gut anliegenden Gehgipsverband, zuerst von den Zehen bis unter das Kniegelenk mit

Gehbügel, dann nur eine einfache Gipshülse von den Knöcheln bis zum Knie. Sie waren beide in vier Monaten fest konsolidiert. Von den drei Oberschenkelpseudarthrosen heilten nur zwei im Beckengehgipsverband in etwa $4^1/_2$ Monaten, der dritte, nicht fest gewordene Oberschenkel mußte mehrfach operiert werden. — Zwei Fälle von verzögerter Konsolidation zweier Unterschenkelbrüche werden von Kappis etwas ausführlicher geschildert:

Fall I: Ein 23jähriger Soldat erlitt am 16. 9. 1916 einen Schußbruch der linken Unterschenkelmitte. Aufnahmebefund am 19. 5. 1917: völlig freie Beweglichkeit einer Unterschenkelpseudarthrose in der Mitte. Am 29. 5. wurde ein Gehgips angelegt. Gleichzeitig wurde eine Fibrininjektion in die Pseudarthrosenstelle vorgenommen. Am 10. 8. war die Fraktur fast fest, und eine Gipshülse wurde angelegt. Nachdem am 28. 9. weitere Zunahme der Festigkeit festgestellt werden konnte, wurde eine neue Gipshülse angelegt. Eine Untersuchung am 1. 1. 1918 ergab, daß die Pseudarthrose jetzt vollkommen fest geworden war. Eine $8^1/_2$ Monate alte Unterschenkelpseudarthrose war so durch eine Gehgipsbehandlung in 4—5 Monaten fest geworden. Der Fibrininjektion, die nicht in den Bruchspalt gelangt sei, schreibt Kappis keinen Anteil am Erfolg zu.

Im 2. Fall schildert Kappis eine ebenfalls 8 Monate alte Unterschenkelpseudarthrose, die durch Gehgipsverband in 5 Monaten fest wurde: Ein 23jähriger Soldat hatte sich am 23. 4. 1917 einen Unterschenkelschußbruch zugezogen. Im Mai 1917 war schon eine Operation gemacht worden, bevor der Patient in die Behandlung von Kappis kam, und zwar war eine Drahtnaht mit nachträglicher Extension gemacht worden. Der Aufnahmebefund am 28. 12. 1917 ergab: Freie Beweglichkeit einer Unterschenkelpseudarthrose in der Mitte. Am 14. 1. 1918 wurde eine Gipshülse angelegt, am 21. 1. begannen die ersten Gehversuche. Eine Untersuchung am 11. 6. ergab, daß der Knochen beinahe, eine zweite am 20. 7. 1918, daß er völlig fest geworden war. Als inneren Grund für seine guten Erfolge mit diesen Methoden gibt Kappis an, daß die gute Knochenvereinigung und Ruhestellung, denen die neueren Formen der Pseudarthrosenoperationen, wie Verbolzung, Verkeilung usw. mit ihre großen Erfolge verdanken, eben auch mit geeigneten Verbänden zu erreichen seien.

In der Behandlung der verzögerten Konsolidation oder Pseudarthrosen läßt sich Kappis deshalb, auf diese Erfahrungen gestützt, von folgenden Grundsätzen leiten, soweit es die untere Extremität betrifft: Bei Ober- und Unterschenkelfrakturen wird die sonst regelmäßig angewandte Streckverbandbehandlung abgebrochen, sobald die rechtzeitige knöcherne Heilung ausbleibt. An ihrer Stelle wird der fixierende Gipsverband angewendet, der neben der Ruhigstellung auch die Belastung gestattet. In derselben Weise werden auch alle Beinbrüche behandelt, die schon im Zustand der Pseudarthrose in die Behandlung kommen. Nach 6 Wochen wären dann schon manche fest geheilt, jedenfalls aber könne man nach 6—8 Wochen erkennen, ob es sich um Fälle handele, welche mit einfacher Behandlung fest werden und demnach nur verzögerte Heilungen seien oder ob es Fälle wären, die wirkliche Pseudarthrosen in seinem Sinne seien und die operiert werden müßten.

Oskar Meyer-Lübeck (Dtsch. Ztschr. f. Chir. 1931 Bd. 232) hält bei typischen Pseudarthrosen im allgemeinen die Operation für die Methode der Wahl. Schwierig sei jedoch die Frage der Operation bei einer stark infizierten Fraktur, da eine blutige Operation sehr oft infolge der zu erwartenden Infektion vergebens sein wird. Es gelinge jedoch auch in solchen Fällen durch eine systematische Reizbehandlung, eine Pseudarthrose zum Verschwinden zu bringen, vorausgesetzt, daß der Reiz lange genug anhalte und einen Dauerreiz darstelle. An der unteren Extremität sei die Belastung die beste Reizbehandlung. Der Verband müsse so eingerichtet werden, daß seitliche Wackelbewegungen nach Möglichkeit ausgeschaltet würden und die beiden durch die Pseudarthrose getrennten Knochen durch die Belastung fest aufeinandergepreßt werden könnten. Als Beispiel erwähnt Meyer folgenden Fall:

Ein 20jähriges Mädchen erkrankt am 20. 11. 1922 an Osteomyelitis des Oberschenkels. Es wird eine Aufmeißelung des gesamten Oberschenkels vorgenommen. Bei Gehversuchen Anfang Januar 1923 bricht der Oberschenkel. Die Fraktur wird im Krankenhaus mit Gips- und Streckverband behandelt, doch kann keine Festigung des Knochens erzielt werden. Im Mai 1923 wird die Patientin entlassen, da nach der vorausgegangenen Osteomyelitis eine Pseudarthrosenoperation aussichtslos erschien. Acht Monate nach dem Bruch, im

August 1923, kam die Patientin in Meyers Behandlung. Sie war nicht imstande, das Bein zu belasten. Der Oberschenkel ließ sich nach allen Richtungen biegen und federte außerordentlich stark. Die Röntgenaufnahme ergab eine typische Pseudarthrose des Femur. Das Kniegelenk war fast völlig versteift. In der alten Osteomyelitisnarbe war noch ein kleiner Abszeß, der zunächst eröffnet wurde. Es wurde nun ein Gipsschienenverband vom Fuß bis unmittelbar unterhalb des Tuber ischii angelegt ohne Sitzring, mit Fenster an der Abszeß- und Pseudarthrosenstelle. Die Patientin wurde in ambulante Behandlung entlassen mit der Weisung, energisch das Bein zum Gehen zu benutzen und die Pseudarthrose zu klopfen. Im Oktober 1923 wieder Abszeßbildung, nach deren Abheilung der Gipsverband erneuert wurde. Im April 1924 bekam die Patientin einen exakt ansitzenden Schienenhülsenapparat, mit dem sie sehr energisch umherging. Unter dieser Behandlung trat schließlich vollkommene Konsolidation ein. Der Apparat wurde im ganzen etwa 3 Jahre getragen. Im August 1926 nochmals ein Knochenabszeß, der wieder glatt abheilte. Eine Röntgenaufnahme am 4. 5. 1930 ergab, daß keinerlei Pseudarthrose mehr sichtbar war.

Einen weiteren Fall vom Festwerden einer Pseudarthrose durch Belastung schildert Georg Kühnel aus der chirurgischen Universitätsklinik Leipzig in seiner Inaugural-Dissertation Leipzig 1931; „über Pseudarthrosen und Knochentransplantationen“:

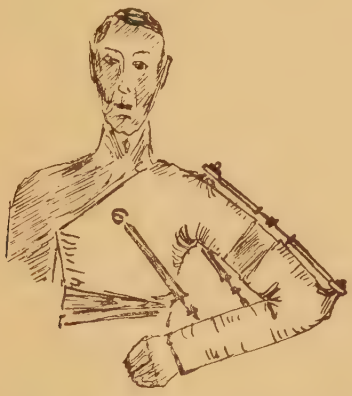
Ein 23 Jahre alter Tischler mit Plattfüßen und Crura vara kam wegen starker Schmerzen im Juli 1928 zur Operation (17. 7. 28) in die Klinik: Es wird ein Schnitt über der Mitte der rechten Tibia gemacht. Das Periost wird gespalten und in großer Circumferenz abgehoben. Aus der Tibia wird ein Keil mit der Basis nach außen ausgemeißelt und die Knochenteile gerade gestellt. Periostnaht, Subcutan- und Hautnaht. Durch einen neuen Schnitt wird die Fibula an der Außenseite freigelegt, durchgeschlagen und der Unterschenkel völlig gerade gestreckt. Subcutan- und Hautnaht.

Nach der Operation besteht noch geringe Schmerzhaftigkeit, aber kein Fieber. Am 14. 8. 1928 wird die gleiche Operation an der linken Tibia vorgenommen. Eine Röntgenaufnahme am 8. 10. ergibt, daß die Osteotomiestelle rechts völlig fest ist. Die Osteotomiestelle

der linken Tibia dagegen zeigt nach 3 Monaten nur geringe Callusbildung neben hochgradiger Atrophie im distalen Unterschenkel. Es besteht Verdacht auf Pseudarthrose. Der Patient wird schließlich mit Gips auf 3 Wochen nach Hause entlassen. Er hat beim Laufen keine Schmerzen. Nach Abnahme des Gipses besteht noch geringe Nachgiebigkeit beim Durchbiegen an der Frakturstelle. Kein Wundschmerz. Im Dezember werden mehrmalige Injektionen von Eigenblut in die Pseudarthrosenstelle vorgenommen. Außerdem Massage, Patellarspiel. Das Röntgenbild zeigt gute Callusbildung dorsal in der Tibiamitte, an der Vorderfläche der Tibiamitte ist noch ein breiter Spalt. Die Fibula ist etwas winkelnd gut verlötet. Es wird darauf ein neuer, über der Patella und der Pseudarthrosenstelle gefensterter Gehgipsverband angelegt. Außerdem Massage, Diathermie, Vigantol, Rohkost. Als am 6. 2. 1929 der Gips abgenommen wird, ist die Pseudarthrose klinisch fest und federt nicht mehr. Röntgenologisch dagegen ist die Tibiafraktur noch nicht fest. Das distale Fragment ist hochgradig atrophisch. Die Fibula ist fest. Es werden deshalb noch Massage, Heißluft und Bewegungsübungen vorgenommen und der Patient dann mit Wasserglasverband entlassen. Der Befund am 21. 3. 1929 ergibt, daß die Fraktur völlig fest ist, die Tibia zeigt röntgenologisch volar nur noch einen kleinen Spalt.

Ich erwähnte anfangs, daß das Verfahren, durch Belastung knöcherne Heilung hervorzurufen, wohl nur für die Pseudarthrosen der unteren Extremität gilt, wo die Last des eigenen Körpergewichts die Fragmente zusammenpreßt und die Callusbildung anregt. Hermann Meyer (Göttingen) [Dtsch. Ztsch. f. Chir. 1922 Bd. 174] überträgt dieses Verfahren auch auf die obere Extremität, speziell auf die Oberarmpseudarthrosen, in folgender Weise: Die beiden Fragmente werden dadurch dauernd zusammengepreßt, daß mit Hilfe von großen Hackenbruch-Klammern die im Ellenbogen rechtwinklig gebeugte obere Extremität allmählich an einen gutsitzenden Thoraxverband herangeschraubt wird. Zu diesem Zwecke wird der zirkuläre Gipsverband am Oberarm an irgendeiner Stelle angeschnitten. Die Hackenbruch-Klammern werden parallel der Oberarmachse oben und unten anggelegt und ersetzen so den fehlenden Halt. Um eine Adduktionskontraktur in der Schulter zu verhindern, wird die ganze Extremität in etwa 70—80° Abduktion fixiert. Eine

dritte Klammer stützt den Unterarm gegen den Brustkorbverband. Sie verläuft den Oberarmklammern parallel. Die Durchtrennung des Gipsverbandes braucht nicht an der Frakturstelle zu erfolgen, es sei denn, es handelt sich um eine komplizierte Fraktur mit noch nicht verheilten Wunden. Sonst ist es vorteilhafter, die Frakturstelle selbst mit dem Gipsverband zu fixieren. Man kann die Hackenbruch-Klammer auch durch jede andere Klammer mit verstellbaren Füßen ersetzen. Alle 3 Schrauben werden jeden zweiten Tag um einige Windungen angezogen, jedoch nur soweit, daß dem Kranken keine Schmerzen bereitet werden. Der Ellenbogen mit anschließender Ulna und die Schulter sind gut zu polstern, da sie den Hauptdruck auszuhalten haben.



Wenn zwischen den beiden Fragmenten abgesetzte Sequester liegen, so übt diese Behandlungsmethode wenig Einfluß aus. In diesem Fall geht Meyer so vor, daß er, wenn nach wochenlanger Schienung und Wundbehandlung noch kein Fortschritt der Konsolidation zu bemerken ist, die auf dem Röntgenbild erkennbaren Sequester operativ entfernt und dann diesen Druckverband anlegt. Bei diesem Verfahren war meistens schon eine erhebliche Festigkeit nach 4 Wochen eingetreten. Meistens genügten 2—3 Verbände dieser Art zur völligen knöchernen Vereinigung. Meyer hat dieses Verfahren bei Kriegsverletzungen und zwar besonders bei Oberarmpseudarthrosen und komplizierten Frakturen mit langsamer Heilungstendenz angewandt. Er rühmt daran, daß es, abgesehen davon, daß es oft

eine Knochenplastik unnötig macht, 1. schon vor Abschluss der Wundheilung angewandt werden kann (bei komplizierten Frakturen), 2. daß der für die Heilung ungünstige Zug, welcher durch die Schwere des an ihr hängenden Unterarms ausgeübt wird, nicht nur vermieden, sondern auch der fehlende Muskeltonus durch den Schraubenzug ersetzt wird und 3. daß die beiden Fragmente durch das Zusammenpressen zur Knochenbildung angereizt werden. Man spare also durch dieses Verfahren nicht nur die Knochenplastik, sondern auch viel Zeit.

Ähnliche Erfolge hatte Heile-Wiesbaden (Münchn. med. Wochenschr. Nr. 35, 1930) während des Krieges bei schlecht verheilenden Oberarmschaftfrakturen mit werdenden oder ausgesprochenen Pseudarthrosen durch Gegeneinanderpressen oder wenn möglich durch Ineinanderschieben der Bruchenden mit Hilfe einer Hackenbruchklammer, die durch Haken im Olecranon und im Acromion verankert wurde.

Außer der reinen Belastung gibt es noch eine Unmenge alter und neuer Verfahren, auf unblutigem Wege Konsolidation bei Pseudarthrosen und verzögerter Knochenheilung hervorzurufen. Sie interessieren uns hier nur insofern, als sie oft in Kombination mit der Belastung angewendet werden, um den callusbildenden Reiz, den diese hervorruft, zu unterstützen. Über das Verfahren der Exazerbation, das Aneinanderreiben der Bruchflächen, um das Zwischengewebe zu zerquetschen und einen neuen callusbildenden Reiz zu setzen, sprach ich bereits. Ganz ähnlich ist ein anderes, ebenfalls altes Verfahren, die Refrakturierung der Pseudarthrose, wie sie vor einigen Jahren wieder von Goetze empfohlen wurde. Goetze (Zbltt. f. Chir. 1929 Nr. 43) steht auf dem Standpunkt, daß nicht nur prophylaktisch zur Vermeidung von verzögerter Konsolidation und Pseudarthrose die subcutane Knochenbruchbehandlung im allgemeinen zu bevorzugen sei, sondern daß sie auch für die drohende oder fertige Pseudarthrose soweit wie möglich herangezogen werden sollte. Er begründet seine Annahmen mit dem Ergebnis von Untersuchungen: An 8 Tage alten Oberschenkelfrakturen von gleichalterigen Mäusen zeigt sich, daß allein schon der Akt der operativen Freilegung die Bildung des aus osteoidem oder chondroidem Gewebe bestehenden Callus weitgehend zu stören vermag, so

daß vorwiegend unspezifischer Fibroblastencallus an seiner Stelle sichtbar wird, womit eine verzögerte Konsolidation einhergeht. — Der Weg der subcutanen Therapie zur Erreichung der Konsolidation muß der sein, die mechanische callusbildende Entzündung des frischen Knochenbruches wieder anzufachen. Als einfachstes Mittel dazu empfiehlt Goetze bei straffen Pseudarthrosen (nur diese kommen dafür in Frage) eine starke Refrakturierung auf dem Polsterkeil, so daß das periphere Fragment um etwa 30° nach vorn und hinten, rechts und links beweglich ist. Daran soll sich ein tadellos immobilisierender, d. h. völlig ungepolsterter Gipsverband anschließen.

Bei der Refrakturierung wird die bindegewebige Zwischennarbe zerrissen und zum Teil mit kleinen Knochen- und Periost- oder Endostbestandteilen aus den Frakturflächen herausgerissen. Überall fein und gleichmäßig verteilt entstehen Gewebszerstörungen (Nekrohormone), ganz ähnlich wie bei der frischen Fraktur.

Goetze führt einige Beispiele an, darunter zwei Fälle von Tibiafraktur, die nach einem halben Jahr noch keine Konsolidation zeigten. Die knöcherne Konsolidation trat drei Monate nach der Refrakturierung ein.

Ein drittes ähnliches Verfahren, das denselben Zweck verfolgt, ist das Beklopfen der Pseudarthrosenstelle mit dem Perkussionshammer. Der Reiz zur Knochenbildung ist natürlich hierbei ein viel geringerer, der aber dafür öfter wiederholt wird. Die Methode ist als Helferichs Beklopfung mit dem Hammer schon lange bekannt. Bier hält sie für nichts anderes als eine andere (mildere) Form der Refrakturierung.

Weitere konservative Methoden sind schließlich die Injektionen in die Pseudarthrosenstelle. In vorantiseptischer Zeit nahm man dazu Portwein, Eichenrindenextrakt, später Jodtinktur (Bier, Guyon), Karbolsäure, Argent. nitric., Terpentin (v. Milkulicz), Chlorzinklösung (Lannelongue), Osmiumsäure (Bianchari), Blut (Bier), Fibrin (Bergell), Periostemulsion (Nakahara). Am häufigsten wird davon wohl Blut, Jod, Fibrin, Periostemulsion angewandt. Da diese Verfahren meist zur Unterstützung der Belastung angewandt werden, interessieren sie uns hier. Auf sie alle näher einzugehen, würde hier zu weit führen. Was die Injektion von Blut betrifft, so geht dieses

Verfahren von dem Gedanken aus, daß der Bluterguß, der sich bei der Fraktur bildet, fördernd auf die Callusbildung einwirkt (Bergell hält das Fibrin für den callusanregenden Bestandteil des Blutes). Es hat sich in der Tat gezeigt, daß die Entfernung des Frakturhämatomes die Ursache zur Verzögerung der Callusbildung sein kann. Bei der Injektion einer Aufschwemmung von Periostpartikelchen in Kochsalzlösung, wie sie Helbing empfahl, ist das Wesentliche die callusbildende Eigenschaft des Periostes. — Hook (Arch. f. Klin. Chir. 1925) empfiehlt Injektionen von Ossophyt mit gleichzeitigen Gehgipsverbänden kombiniert. Johannes Pennartz schildert in seiner Inauguraldissertation (Ein Beitrag zur Pseudarthrosebehandlung, Bonn 1928) einige Fälle von Pseudarthrosen, die durch Injektionen von Ossophyt und gleichzeitige Gehgipsbehandlung fest wurden. Gerlinsky (Beitrag z. kl. Chir. Bd. 140, 1906) schildert einen Fall von drei Monate lang verzögerter Konsolidation bei einem 44jährigen Manne: Am 9. 3. Injektion von 20 ccm Blut in die Frakturstelle und Anlegung von Gehgips. — Anfang Juli war nur noch leichte federnde Bewegung festzustellen. Eine Röntgenaufnahme am 8. 8. ergab, daß die Fraktur nunmehr fest konsolidiert war. — Es lag bei diesem Fall Dislocatio ad longitudinem und ad peripheriam vor.

Zwei Fälle, die durch Fibrininjektion und gleichzeitige Belastung geheilt wurden, schildert Ernst Unger (Berl. klin. Wochenschrift 1916, Nr. 34): Es handelt sich um zwei Flieger, E. u. Z., die beide in gleicher Weise verletzt waren: Das eine Bein war hoch am Oberschenkel amputiert, der Unterschenkel des anderen Beines in der Mitte gebrochen und nicht geheilt. Im Falle E. lag die Verletzung $4^1/_2$ Monate, im Falle Z. $3^1/_2$ Monate zurück. Die distalen Bruchenden waren völlig gegen die oberen beweglich. Die Röntgenbilder zeigten die nicht verheilte Fraktur, die Knochenenden in Bajonettstellung 0,3—1,5 cm auseinanderstehend. Hier eine Operation vorzunehmen, schien zu gewagt, da das andere Bein fehlte. Dem Patienten E. wurde am 14. 7. 1915 0,3 Fibrin in 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt injiziert und ein Gipsverband angelegt. Am 4. Januar 1916 bekam er einen Schienenhülsenapparat. Schon am 14. Januar war eine deutlich sichtbare und fühlbare Auftreibung in der Gegend der Bruchenden festzustellen, es lag nur noch geringe Beweglichkeit vor. Am 11. 2. 1916,

also acht Wochen nach der Injektion, zeigt das Röntgenbild eine dichte Callusmasse, der Knochen ist fest.

Der zweite Patient Z. war am 5. 1. 1916 abgestürzt. Am 8. 5. bestand noch eine völlige Pseudarthrose beider Unterschenkelknochen mit Bajonettstellung. In derselben Weise wie im Falle E. wurde eine Fibrininjektion gemacht. Ein Befund am 10. 6. zeigte keine Beweglichkeit der Knochenenden mehr. Es lag deutliche Callusbildung vor. Der Patient erhielt dann ebenfalls einen Schienenhülsenapparat. Am 1. 7. war das Bein völlig fest. Unger erwähnt noch, daß die Injektionen anstandslos vertragen wurden und daß der Verlauf völlig fieberfrei war.

L. Frosch (Zeitschrift f. orthop. Chir. 1924 Nr. 44) berichtet aus der orthopädischen Universitätsklinik Berlin, daß man hier in sehr hartnäckigen Fällen von verzögerter Konsolidation mit ein- oder mehrmaliger Injektion von Fibrin bzw. Jod ausgezeichnete Erfolge hatte. Er empfiehlt dabei Nachbehandlung im portativen Apparat (besonders bei schweren Fällen) und möglichst frühzeitige Belastung im Gipsverband.

Eine Methode, Pseudarthrosen dadurch zur Konsolidation zu bringen, daß man die Belastung mit einer Heilfieberbehandlung mit Pyrifer kombiniert, schildern Prof. Dr. v. Baeyer und Dr. C. Horn (orthop. Universitätsklinik Heidelberg) im Ztblt. f. Chir. 59/1932: B. geht bei der Behandlung von Pseudarthrosen von dem Gedanken aus, daß eine nicht knöcherne Vereinigung von Bruchstücken die Folge eines nicht zu intensivem Wachstum befähigten Zellmaterials ist, das durch irgendwelche Reize zu einer normalen Leistungsfähigkeit angeregt werden kann. Diesen Reiz sucht er durch eine Therapie zu erreichen, deren Prinzip in den beiden Punkten gipfelt:

1. Ausübung eines nur in axialer Richtung wirkenden Kompressionsreizes auf die Bruchstücke durch Belastung und
2. Erzeugung einer starken Allgemeinreaktion im Organismus durch eine Heilfieberbehandlung.

Den 2. Punkt hält B. für besonders wichtig, da er auf Grund von Erfahrungen glaubt, daß die Ausübung eines lokalen Reizes an der Bruchstelle oft nicht genügt, um ein festes Knochenregenerat zu

liefern. Das Wesentliche bei Anwendung der lokalen Reizapplikation an der Bruchstelle sieht er darin, daß der zu setzende Reiz durch feste Fixation der Fragmente nur in axialer Richtung sich auswirken soll, unter strenger Vermeidung anderer Schub- und Zugkräfte, worauf seiner Ansicht nach viel zu wenig Wert gelegt wird. Er erläutert seine Behandlungsmethode an einer Unterschenkelpseudarthrose:

Einen nicht konsolidierten Unterschenkel einzugipsen und belasten zu lassen, hat den Nachteil, daß gepolsterte Gipse ein stärkeres Abknicken oder Seitverschiebung der Bruchstücke infolge Zusammendrückens des benutzten Polstermaterials zulassen. Ungepolsterte Gehgipse dagegen fixieren zwar zuerst die frakturierten Knochen durch enge Umschnürung fest, tragen aber nicht der später eintretenden Muskelatrophie Rechnung, so daß sie in ihrer Wirkungsweise schließlich den gepolsterten Gipsen gleichkommen. B. vermeidet diese Nachteile, indem er statt des Gipses eine Zelluloidhülse mit Stahldrahtverstärkung und Schnürung anwendet. Bei der Unterschenkel-Pseudarthrose werden durch die Hülsen weder Kniegelenk noch Vorfuß eingeschlossen, und zwar vermeidet er absichtlich ein artefizielles Fußgelenk, da Schienenhülsenapparate mit Gelenken sich insofern nicht bewährt haben, als sie den gebrochenen Unterschenkel nicht genügend fixieren. Die von ihm verwendeten Zelluloidhülsen unterscheiden sich von den gewöhnlichen Schienenhülsenapparaten dadurch, daß sie nicht im Sinne von Entlastungsapparaten wirken, sondern Fixationsbelastungsapparate darstellen. Sie werden nach Gipsabguß gearbeitet, liegen also eng an und bieten dadurch die beste Gewähr für eine intensive Fixation von Tibia und Fibula. Der durch die eintretende Muskelatrophie entstehende „tote Raum" zwischen Extremität und Hülse kann durch Anziehung der Schnürung ausgeglichen werden, ein Vorteil, den kein Gips bietet. „Der Forderung, durch Belastung einen möglichst intensiven lokalen Reiz auf nicht knöchern verheilte Bruchstücke auszuüben, wird man bei einer mit Zelluloidhülse versehenen Unterschenkelpseudarthrose in höchstem Maße gerecht, da infolge der größtmöglichen Seitenfixation der Bruchstücke nur axiale Kompressionsreize, die erzielt werden sollen, wirken können, Abknickung oder Seitverschiebung der

Bruchstücke unmöglich sind und so auch ein Abdrehen oder Zerstörung des Knochenregenerats vermieden wird." Wenn bei einer Unterschenkelpseudarthrose einmal die Fibula knöchern verheilt ist, so pflegt B., um eine gute Stellung der Tibiafragmente zu erzielen, ein Stück aus der Fibula zu resezieren, „damit der bei Belastung entstehende, für die Konsolidierung wichtige axiale Kompressionsreiz sich auswirken kann." Außerdem hat schließlich die Zelluloidhülse noch den Vorteil, daß sie an Gewicht viel leichter ist als die Gipse.

Da, wie vorhin schon erwähnt, oft der Reiz an der Bruchstelle durch Belastung nicht ausreicht zur Konsolidierung der Fragmente, läßt B. auch noch auf den Organismus einen starken allgemeinen Reiz in Gestalt einer intensiven Fieberbehandlung mit Pyrifer ausüben. Erzielt wird eine maximale Allgemeinreaktion, eine Umstimmung des Körpers, eventuell dadurch eine Funktionsänderung im Knochenmark (das B. für sehr wichtig für die Callusbildung hält). „Der günstige Einfluß der Fieberbehandlung ist vermutungsweise auch in einer gleichzeitig stattfindenden tiefgreifenden Umwälzung im Mineralhaushalt des Körpers zu suchen." B. hat mit der von ihm angewandten Pseudarthrosenbehandlung gute Erfolge erzielt.

Eine weitere, sehr erfolgreiche therapeutische Methode ist der „Stauungsgips" von Brunzel. Die ersten Versuche einer hyperämisierenden Behandlung stammen von Dummreicher (1875) durch Anlegen von Binden mit eingeschobenen Keilen. Thomas und Jones haben zur Stauung mit Binden noch das Beklopfen mit einem Hammer hinzugefügt. Helferich (1888) hat in einer Arbeit „Über künstliche Vermehrung der Knochenbildung" (Arch. f. klin. Chir. Bd. 36) darauf hingewiesen, daß bei einer Fraktur mit ausbleibender Konsolidation man die Callusproduktion durch passive Hyperämie anregen kann. Die passive Hyperämie wird hervorgerufen durch eine zentralwärts von der Fraktur angelegte Stauungsbinde. Helferich benutzte dazu als erster die Gummibinde und darf als Vorläufer Biers gelten. Das Verfahren hat nur den Nachteil, daß der durch die Stauung auf die Frakturenden ausgeübte „formative Reiz oder das zugeführte plastische Bildungsmaterial sich auf größere Gewebsvolumina verteilt, als beabsichtigt und vielleicht erwünscht

ist" (Brunzel, Dtsch. Ztschr. f. Chir. Bd. 149). — Deshalb ist es von Vorteil, die Stauung möglichst auf die Frakturstellen einwirken zu lassen. Das Verfahren des „Stauungsgipses" wurde von Brunzel durch Zufall entdeckt: Als ein Knochenbruch einer durch alte abgeheilte tuberkulöse Erkrankung geschädigten Tibia in Brunzels Abteilung unter der üblichen Gipsverbandsbehandlung nicht zur Heilung kam, legte man einen neuen Gipsverband an, der an der Stelle der Fraktur ein Fenster hatte, um die an dieser Stelle wund und ekzematös gewordene Haut zu pflegen. Zugleich wurde eine Stauungsbinde am Oberschenkel angelegt und die Patientin aufgefordert, das Bein zu belasten. Bald zeigte sich, daß das Anlegen der Binde zur Hervorrufung einer passiven Hyperämie überflüssig war, da sich in dem ziemlich fest angelegten Gipsverband an der Stelle des Fensters schon durch das bloße Herumgehen eine starke Fenstergeschwulst und zwar direkt an der Frakturstelle ausbildete. Diese Fenstergeschwulst ließ sich schon durch mehr oder weniger langes Hängenlassen des Beines regulieren, falls sie besonders groß geworden war, ließ sie sich durch Hochlagerung des Beines leicht zum Verschwinden bringen. Mit diesem durch Zufall entdeckten Verfahren erreichte Brunzel eine Heilung der Fraktur. Er wandte es daraufhin in vielen Fällen von ausbleibender Callusbildung an. Gerade in der leichten Regulierbarkeit und in dem Wechsel zwischen Stauung und Abschwellung sah er einen besonders günstigen Reiz zur Erzielung der Konsolidation der Fraktur. Bei einem Unfallpatienten, der wegen ausbleibender Callusbildung trotz regelrechter Behandlung mit Gipsverbänden von ihm behandelt wurde, erzielte Brunzel nach dieser Entdeckung eine Konsolidation in $3^1/_2$ Wochen. — Im Kriege bewährte sich das Verfahren besonders bei Pseudarthrosen-Bildungen der unteren Extremität nach Schußverletzungen. — Brunzel beschreibt (Dtsch. Zeitschrift f. Chir. Bd. 149) vier Fälle von auf diese Weise behandelten Pseudarthrosen:

I. Pseudarthrosen nach subcutanen Frakturen.

a) Verzögerte Callusbildung nach Fraktur beider Unterschenkelknochen rechts, $1^1/_2$ handbreit über dem Fußgelenk:

Eine 68 Jahre alte Patientin hatte am 2. 3. 1918 einen Bruch beider Unterschenkelknochen erlitten. Lagerung auf einer Schiene.

nach acht Tagen Gehgipsverband, mit dem sie am 16. 3. nach Hause entlassen wurde. Neue Aufnahme am 12. 4. 1918. Nach Abnahme des Gehgipses zeigte sich, daß die Fraktur noch völlig beweglich war. Massage und Beklopfen der Frakturstelle, Übung von Knie- und Fußgelenk. Am 10. 5. ist die Fraktur noch völlig beweglich, das Röntgenbild zeigt noch gar keine Callusbildung. Deshalb Anlegung eines Stauungsgehgipses mit einem vorderen Fenster an der Bruchstelle, um durch Erzeugung eines wechselnden lokalen Ödems die Callusbildung anzuregen. Vgl. Fig.

Zwei Tage später stand die Patientin auf. Bald war sie fast den ganzen Tag außer Bett. Wenn die Fenstergeschwulst zu hochgradig war, regulierte sie sie durch Schräg- und Hochlagerung des Beines. Schon nach 14 Tagen hatte die Patientin das Gefühl, daß der Knochen jetzt fest wäre. Abnahme des Gipsverbandes genau drei Wochen, nachdem er angelegt worden war. Die Fraktur war fest, und das Röntgenbild ergab deutliche Callusbildung. Entlassung am 11. 7. Die Patientin kann ohne Stock vorzüglich laufen.

b) Pseudarthrosenbildung nach Unterschenkelfraktur:

Ein 58jähriger Waldarbeiter war am 13. 2. 1918 verunglückt. Bruch beider Unterschenkelknochen handbreit über dem Fußgelenk. Trotz 7 Wochen langer Behandlung mit Gehgipsverbänden wurde die Fraktur nicht fest. Am 18. 10. 1918 Aufnahme des Patienten, der sich inzwischen durch einen Fehltritt auch noch das Wadenbein unterhalb der alten Bruchstelle eingebrochen hatte, in Brunzels

Behandlung. Die Bruchstelle ist noch ganz beweglich. Die mächtige Callusbildung des oberen Bruchendes umgreift gabelförmig das untere mit seinem ebenfalls reichlichen Callus und ist von ihm durch einen dünnen Spalt getrennt. Ein gleicher Spalt besteht an der alten Frakturstelle der Fibula. — Behandlung: Am 23. 10. Anlegung eines Stauungsgipses, der nicht gut sitzt. Deshalb wird am 26. 10. nochmals ein Stauungsgips bis zur Mitte des linken Oberschenkels angelegt mit kleinhandtellergroßem Fenster über der Bruchstelle der Tibia. Am 28. 10. beginnt der Patient aufzustehen. Gutes Ödem im Fenster, vom Patienten beliebig reguliert. Schon nach 12 Tagen erhöhtes Festigungsgefühl, der Patient läuft jetzt fast den ganzen Tag umher. Am 21. 11. Abnahme des Gipsverbandes. Die Fraktur ist fest. Im Bereich des Fensters ist deutlich neugebildeter Knochen fühlbar. Übungen der Gelenke. Anfang Dezember 1918 wird der Patient als geheilt entlassen, er tritt jetzt sicher auf und kann ohne Stock auch bei unbekleidetem Fuß auf ebenem Boden rasch und ausdauernd gehen.

II. Pseudarthrosen mit Schußverletzung.

a) Ein Soldat wurde am 5. 1. 1917 verwundet. Schußbruch beider Unterschenkelknochen, der mit Fistel und Pseudarthrosenbildung ausheilte. Behandlung war Ruhigstellung in Gipsverbänden gewesen. Bei der Aufnahme in Brunzels Klinik ging er mühsam mit einer Krücke umher. Der Unterschenkel war an der Bruchstelle um 4 cm verkürzt und völlig beweglich, er stand in starker Varusstellung. Nach Anlegung eines Gehgipsverbandes in möglichst korrigierter Stellung wurde der Patient zur Besorgung dringender Geschäfte nach Hause beurlaubt. Nach sechs Wochen Abnahme des Gipsverbandes. Die Pseudarthrose war noch völlig beweglich, das Röntgenbild ergab noch keinerlei Veränderung am Knochen. Deshalb wurde am 5. 7. 1917 ein Stauungsgips angelegt. Von Mitte August ab bemerkte der Patient, daß das Bein fest wurde. Nach Abnahme des Gipses Ende August erwies sich die Pseudarthrose als völlig fest ausgeheilt. Nachbehandlung im medico-mechanischen Institut. Anfang Oktober Fisteloperation. Der Patient wurde geheilt entlassen mit guter Funktion des Beines, trotz der Verkürzung, die durch einen Schuh mit erhöhter Sohle zum Teil aufgehoben wurde.

b) Ein anderer Soldat wurde am 18. 4. 1918 verwundet. Schußbruch des linken Unterschenkels. An der Innenseite des linken Unterschenkels $1^1/_2$ handbreit unter dem Kniegelenk befindet sich ein 1 cm langer und breiter Einschuß, an der Außenseite in gleicher Höhe eine um 1 cm größere Ausschußwunde mit unregelmäßigen Rändern. Die Unterschenkelknochen sind gebrochen und gesplittert, der ganze Unterschenkel ist stark geschwollen. Bei der ersten Wundversorgung im Felde wurden beide Wunden noch erweitert, Blutcoagula und Muskelfetzen entfernt. Die Tibiaenden reiten an der Bruchstelle aufeinander, können aber nach Entfernung kleiner Knochensplitter voreinander gebracht werden. Jodoformgaze-Verband-Schiene. Abtransport in die Heimat.

Der Patient kommt am 8. 5. in die Behandlung Brunzels wegen Fieber und starker Eiterung. Behandlung: Gipsverband, regelmäßige Verbände der Wunden, die am 12. 8. bis auf zwei Fisteln an der Vorderseite der Tibia abgeheilt waren. Nach Abnahme des Gipsverbandes, in dem der Patient etwa drei Wochen herumgelaufen war, zeigt sich, daß eine knöcherne Vereinigung der Bruchenden nicht eingetreten ist. Mobilisierung des Knie- und Fußgelenkes. Am 19. 8. ist die Fraktur noch völlig beweglich. Es wird deshalb ein Stauungsgipsverband mit Fenster über der Frakturstelle angelegt. Der Patient steht einige Tage später auf und läuft fast den ganzen Tag umher. Starke Fenstergeschwulst, die in der üblichen Weise reguliert wird.

Nach drei Wochen gibt der Patient an, daß der Knochenbruch fest sein müsse. Abnahme des Gipses am 18. 9. Die Fraktur ist jetzt fest. Mobilisierung der Gelenke, Nachbehandlung im medicomechanischen Institut. Schon Anfang Oktober kann der Patient ohne Stock gehen.

An Hand dieser vier Fälle beweist Brunzel die Brauchbarkeit des Stauungsgipses. Wenn auch der Einwand erhoben werden könnte, so meint Brunzel, diese Knochenbrüche wären unter weiterer Behandlung mit gewöhnlichen Gipsverbänden allmählich ebenfalls zur Heilung gekommen, so müßte man doch zugeben, daß durch die Stauungsgipsbehandlung die Konsolidation wesentlich beschleunigt worden wäre.

Was die Technik der Anlegung des Stauungsgipsverbandes betrifft, so ist der Verband straff anzulegen, um eine ordentliche Fenstergeschwulst zu erzielen. Zuerst legte Brunzel den Gipsverband über einer Trikotschlauchbinde direkt an, später unterfütterte er die Gipsbinden nur noch durch eine Papierbinde in doppelter Lage, nur die vorspringenden Knochenpartien (Knöchel, Wadenbeinköpfchen) wurden durch einen schmalen Zellstoffstreifen gepolstert.

Brunzel beschränkt das Anwendungsgebiet des Stauungsgipsverbandes auf die Unterschenkelpseudarthrosen. Nur dort lägen günstige Verhältnisse vor, um durch die Fenstergeschwulst eine auch das Periost des Knochens zur Callusproduktion anreizende passive Stauungshyperämie zu erreichen.

Eine vorzügliche Methode, Pseudarthrosen zur knöchernen Heilung zu bringen, ist die Methode der Beck'schen Bohrung. Beck (Zbltt. f. Chir. 1929/1931/1933) will dabei auf andere Weise als durch Injektionen mit Eigenblut ein Haematom an die Frakturstelle setzen, und zwar nicht nur ein Haematom, sondern auch noch andere Gewebstrümmer, um dadurch einen callusfördernden Reiz zu setzen.

Nach Desinfektion der Haut über der Frakturstelle sticht man den Bohrer durch die Haut durch (Beck nimmt dazu immer den gewöhnlichen Bohrdraht für die Drahtextension) und bohrt dann durch die Frakturstelle hindurch. Von derselben Hautstichstelle aus werden noch 2—3 weitere Bohrkanäle angelegt durch Verziehen der Haut nach oben und unten. Beck hält den Drillbohrer von etwa 2 mm Dicke für am besten geeignet, er verwirft dagegen die Verwendung der sogenannten Spiralbohrer, da diese das Knochenmehl zum größten Teil nach außen schaffen, man aber diese Gewebstrümmer gerade an Ort und Stelle lassen will. Nachdem die 2—3 kleinen Hautstichstellen aseptisch verbunden sind, wird am nächsten Tage, wenn möglich, ein Gehgipsverband angelegt, mit dem der Kranke entlassen wird.

Damit eine angebohrte Pseudarthrose konsolidieren kann, dazu gehört nach Beck die Beachtung von 3 Punkten.

1. Die Markhöhlen müssen durch eine genügende Zahl von Bohrkanälen wieder geöffnet sein, am besten so, daß sie miteinander in direkter Verbindung stehen.

2. Die beiden Fragmentenden müssen sich berühren können, wenigstens auf eine Fläche von $^1/_2$—1 cm^2. Wenn der Knochen sich nicht berührt, kann er nicht zusammenwachsen, (genau wie andere Gewebe, ein Punkt, der nach Becks Erfahrungen nicht genügend berücksichtigt wird).
3. Wichtig ist die Ruhigstellung und gleichzeitige funktionelle Belastung der Bruchstellen. Durch andauernde Bewegung einer Pseudarthrose wird die Entwicklung des durch die Bohrkanäle durchwachsenden Callus gestört. Wichtig ist besonders der günstige funktionelle Reiz der frühzeitigen Belastung.

Wenn 6—8 Wochen nach der Bohrung noch nicht genügende Festigkeit eingetreten ist, wiederholt Beck die Bohrung. Er hat seine Methode in vielen Fällen mit Erfolg ausprobiert und glaubt, auch schwere Pseudarthrosen damit zur Heilung bringen zu können. Im Zbltt. f. Chir. 1931 Nr. 15 schildert er drei Fälle von Pseudarthrosen. In einem Fall handelte es sich um eine $3^1/_2$ Jahre bestehende ausgesprochene Pseudarthrose, bei der die Markhöhlen durch direkte massive Knochenmassen abgeschlossen waren. Durch Bohrung und Gehgips erreichte er bei allen in 5—6 Wochen völlige Konsolidierung. Über sechs weitere mit Erfolg auf gleiche Weise behandelte Fälle berichtet er im Zbltt. f. Chir 1933, Nr. 14. Hier hatte die Pseudarthrose $1^3/_4$—$3^3/_4$ Jahre lang bestanden.

Beck hält die Methode für nichts prinzipiell neues. Sie scheint ihm nur in glücklicher Weise gewissermaßen zwischen der vielfach zu wenig wirksamen Blutinjektion und der zu eingreifenden operativen Behandlung mit Knochenaufsplitterung oder ähnlichem zu liegen. Da bei seiner Methode die schon erreichte Stabilität in keiner Weise gestört wird, ist es möglich, den funktionellen Reiz der Beanspruchung des Gliedes mit dem Reiz der Gewebsabbauprodukte zu verbinden.

Das Verfahren der Knochenbolzung hält Beck für unphysiologisch, denn dabei verzichte man durch den künstlichen Verschluß der Markhöhle gewissermaßen auf 50 % der Heilungsmöglichkeit. Günstig wirkt sich bei seinem Verfahren auch aus, daß die Patienten immer nur auf wenige Tage zum Wechsel des Gipsverbandes in die Klinik aufgenommen werden und im übrigen den

ganzen Tag herumgehen können. Auf diese Weise versteifen die Gelenke trotz der langen Ruhigstellung nicht, außerdem ist die soziale und die psychische Komponente zu beachten, da die Patienten sich nicht krank fühlen.

Sehr häufig ist die Schenkelhalspseudarthrose. Anschütz (Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie Bd. 20/1927) gibt an, daß trotz bestmöglichster Behandlung immer noch 10—20 % aller Schenkelhalsbrüche pseudarthrotisch heilen. Als Ursachen nimmt man an das Fehlen des Periostes am Schenkelhals, die Zerreißung der inneren Kapsel, die nicht nur zu Kapselinterpositionen führt, sondern auch eine Schädigung der vasculären Versorgung des Schenkelhalses und -kopfes zur Folge hat; ferner Osteoporose und Fettmarkbildung und schließlich ungenügende Reposition und Fixation des Bruches.

Freilich finden wir gerade am Schenkelhals vielfach Pseudarthrosen, die funktionell so gut sind, daß sie fast einer knöchernen Heilung gleichkommen.

Für die Pseudarthrosen des Schenkelhalses werden besondere Methoden angegeben. Fritz Lange empfiehlt (Münchn. med. Wochenschr. 1925), die Fragmente in Narkose so ineinander zu verkeilen, daß eine annähernd normale Schenkelhalsform zustandekommt. Diese Verkeilung (die schließlich ja auch bei Pseudarthrosen der unteren Extremitäten durch die Belastung beim Gehen angestrebt wird) ist etwas schwierig. Lange selbst hat bei einem 16 Jahre alten Jungen, der einen Schenkelhalsbruch erlitten hatte und bei dem nach acht Wochen das Röntgenbild eine Pseudarthrose zeigte, mehrere Stunden Narkose gebraucht, bis ihm die Einkeilung in der richtigen Stellung gelungen war. Die Schwierigkeit dabei ist, eine Einkeilung in einer Stellung zu erzielen, bei der keine Coxa vara besteht. Das endgültige Ergebnis bei diesem Jungen war ausgezeichnet. Der Junge konnte gehen ohne jedes Hinken; negativer Trendelenburg. Als der Krieg ausbrach, wurde der Patient als k. v. erklärt.

Wichtig ist bei der Verkeilung noch, daß die rohen, gewaltsamen Manöver in Narkose, die dabei ausgeführt werden müssen, eine traumatische Reizung des Callus bedingen und die Verknöcherung fördern. — Wenn die Verkeilung gelungen ist, läßt Lange die Patienten im Schienenhülsenapparat herumgehen.

Eine zweite Methode der Therapie von Schenkelhalspseudarthrosen ist die Inversionsmethode von Lorenz: Nach Zerreißung der bindegewebigen Verbindung der Fragmente in Narkose wird durch subcutane Myorrhexis maximale Abduktion, Streckung und Freimachung der Rotation bewirkt. Die Fragmente werden durch heftiges Aneinanderreiben exaspiriert und dann wird in dieser überkorrigierten Stellung ein fixierender Gipsverband unter dauernder Extension angelegt. Der Gips hat unten eine Sandale mit beweglichem Knöchelgelenk, oben ist er über den beiden Hüften fixiert. Bald nach Anlegung des Verbandes muß der Patient an Stöcken umherlaufen, das gesunde Bein wird durch eine erhöhte Sohle verlängert. Der Gehgips bleibt 3—4 Monate liegen und wird dann durch eine abnehmbare Entlastungsvorrichtung ersetzt. Volle Belastung soll nicht vor Ablauf eines Jahres einsetzen. Lorenz hat mit seiner Methode vollständige Heilungen der Schenkelhalspseudarthrosen erreicht, mit voller Leistungsfähigkeit des Beines, sogar bei Pseudarthrosen, die mehrere Jahre lang bestanden hatten. Ebenso gute Erfolge mit der Lorenz'schen Methode haben Whitmann, Nieber und Davis gehabt.

Lorenz ist von der Güte seiner Methode so überzeugt, daß er behauptet: „Die auf operativem Wege überhaupt erreichbaren und erreichten Resultate können mit jenen der unblutigen mechanischen Behandlung nicht entfernt konkurrieren". Die Lorenz'sche Methode ist von Professor Drehmann weiter ausgearbeitet worden. Er redressiert nach Art der Transpositionsmethode. Ähnlich ging auch der Holländer Shoemaker vor.

Die Drehmann'sche Methode schildert Nieber (Breslau) (Ztschr. f. Orth. Chir. 1924): Sie besteht aus Innenrotation und Abduktion im zirkulären Gipsverband. Der erste Verband wird 2—3 Monate liegen gelassen, der zweite ebenfalls zwei Monate. Acht Tage nach Anlegung des Verbandes beginnen die Patienten umherzulaufen. Auf diese Weise könne bisweilen eine Konsolidation zwischen Schenkelhals und Schenkelkopf erreicht werden, man müsse nur in der richtigen Weise eine Reaspiration fertig bekommen und eine Fixation in diesem Sinne lange genug liegen lassen.

Drehmann wendet diese Methode nur bei Jugendlichen bis zu 25 (evtl. noch 30) Jahren an und hat eine Reihe von guten Erfolgen (Konsolidation) damit erzielt.

Schließlich möchte ich noch die Methode Mommsens streifen. Mommsen (Ztschr. f. Orthop. Chir. 1929) hält den Reiz der Belastung in der Pseudarthrosentherapie für zu stark. Er beruft sich dabei auf die Roux'schen Forschungen. Pseudarthrosen werden von ihm dadurch behandelt, daß er durch Klopfen mit einem Klopfapparat auf die Fußsohle einen leichteren intermittierenden Reiz auf die Pseudarthrosenstelle ausübt. Erst wenn sich auf diese Weise bereits ein Callus gebildet hat, läßt er das Bein belasten.

Zum Schluß möchte ich noch einen Fall von Fibula-Pseudarthrose ausführlich schildern, den ich aus den Akten der Tiefbau-Berufsgenossenschaft (Reichsunfallversicherung) Berlin-Wilmersdorf, Babelsbergerstraße 16, entnehme. Die Pseudarthrose kam im Laufe eines Jahres ohne besondere Behandlung, lediglich durch Herumlaufen des Patienten, zur Konsolidation:

Dem Bauarbeiter Otto Tolksdorf aus Berlin-Pankow war am 28. 1. 1935 bei Ausgrabungsarbeiten eine volle Lore gegen den rechten Fuß gefahren. Dabei wurde der Fuß zwischen die Lore und eine Wand eingequetscht. Der Patient kam zu Fuß in die Unfallklinik Berlin N 24, Johannisstr. 11. Befund bei der Aufnahme:
Allgemeinbefund: Der 35jährige Patient in gutem Allgemeinzustande zeigt an den inneren Organen keine Besonderheiten.
Spezialbefund: Das rechte Bein ist stark geschwollen. Der äußere Knöchel ist druckempfindlich, hier findet sich keine Verletzung oder Hautverfärbung, dagegen vor dem inneren Knöchel eine ca. 2 cm lange oberflächliche Wunde. Der innere Knöchel ist leicht druckempfindlich. Seitliche Bewegungen im Fußgelenk sind stark eingeschränkt. Das Röntgenbild ergibt Abbruch des äußeren Knöchels in guter Stellung, Einriß am inneren Knöchel. Diagnose: Fractura malleoli externi et infractio malleoli interni dextri.

Als Behandlung wird Bettruhe und Ormicetcreme-Druckverband durchgeführt.

Eine Untersuchung am 5. 2. 1935 zeigt, daß die Wunde abgeheilt, die Schwellung zurückgegangen ist. Es wird weiterhin Bettruhe verordnet und im übrigen ein Abguß zu einer Einlage gemacht.

Am 11. 2. 1935 erhält der Patient eine Einlage. Es wird ein Heftpflasterverband angelegt. Der Patient steht auf und läuft verhältnismäßig gut. Es besteht noch Druckempfindlichkeit in der Knöchelgegend.

Am 13. 2. wird der Patient als vollerwerbsfähig dem Ambulatorium zur Weiterbehandlung überwiesen. Dort wird er mit Heißluft, Massage, Übungen, Pflasterverbänden behandelt.

Eine Untersuchung am 2. 4. 1935 ergibt folgendes Bild: Die Umrißzeichnung des Sprunggelenkes ist jetzt regelrecht. Die Beweglichkeit ist noch nicht ganz frei, vor allem aber noch ziemlich empfindlich. Der Gang ist sehr hinkend.

Am 6. 4. 1935 wird T. aus dem vollen Heilverfahren entlassen; er ist ab 8. 4. 1935 wieder arbeitsfähig, bei Weiterbehandlung neben der Arbeit. Es bestehen noch Schmerzen im rechten Fußgelenk, Schwäche im rechten Bein, längeres Gehen und Stehen fällt dem Patienten schwer.

Entlassungsbefund: Die Umrißzeichnung des rechten Fußes ist etwas verwaschen. Das Anziehen der Fußspitze ist frei, das Senken ein wenig behindert. Seitliche Dreh- und Neigebewegungen sind nicht ganz so vollkommen wie links. Der Patient geht mit einem Stock stark hinkend. Eine Kontrollröntgenaufnahme am 2. 4. 1935 hat nur schlechte Callusbildung ergeben.

Wegen der Beschwerden erhält der Patient eine Rente von 33%.

Am 20. 5. 1935 wird T. aus der ambulanten Behandlung entlassen, da eine weitere Besserung nicht zu erwarten ist.

Bei einer Nachuntersuchung am 5. 6. 1935 zeigt sich, daß die teigige Schwellung am inneren und äußeren Knöchel im wesentlichen beseitigt ist. Es besteht keine nennenswerte Druckempfindlichkeit; die Bewegungsbehinderung im Sprunggelenk ist jedoch unverändert. Der Gang ist hinkend.

Da die Beschwerden sich mit der Zeit so verstärkten, daß T. die Arbeit aufgeben mußte, kam er am 18. 7. 1935 erneut zur Behandlung.

Befund vom 18. 7. 1935: Der ganze rechte Fuß ist leicht geschwollen und blaurötlich verfärbt. Selbsttätige Beweglichkeit im rechten Fußgelenk ist fast normal. Es werden spontane Schmerzen im rechten Mittelfuß angegeben. Es besteht beiderseits ein leichter Senkknickfuß. Das Heben und Senken der äußeren und inneren Fußkante geschieht in normalem Ausmaß. Der Patient wird für nicht arbeitsfähig erklärt.

Die Röntgenbilder des rechten Fußgelenkes zeigen noch deutlich die alte Bruchlinie am rechten Außenknöchel. Außerdem sind leichte arthritische Veränderungen zu erkennen.

Bei der Ausstellung eines Gutachtens in der Chir. Univ. Klinik in Berlin am 25. 7. 1935 ergibt sich folgendes Bild: T. kann mit dem Fuß nicht richtig auftreten. Beim Tragen von schweren Lasten spürt er starke Schmerzen im Fuß. Die rechte Knöchelgabel hat, mit dem Tasterzirkel gemessen, einen Durchmesser von 8 cm gegenüber 8 cm auf der linken Seite. Am rechten äußeren Knöchel fühlt man eine kleine Stufe im Wadenbein. Diese Stelle soll auf Druck schmerzhaft sein. Bei Seitwärtsbewegungen des Sprungbeines an der Knöchelgabel leichtes Federn. Das rechte Fußgelenk kann bis zu einem Winkel von 90° gestreckt und bis zu einem Winkel von 120° gebeugt werden. Dieselben Maße betragen auf der linken Seite 175° bzw. 160°. Die Drehbewegungen im rechten Fußgelenk sind gegenüber links nicht behindert. Hüft- und Kniegelenke beider Beine sind normal beweglich. Der Gang auf ebener Erde erfolgt deutlich hinkend auf der rechten Seite. Beide Füße stehen leicht in Plattfußstellung.

Das Röntgenbild des rechten Fußgelenkes in zwei Ebenen zeigt den glatten Bruch des rechten äußeren Knöchels etwas oberhalb der Fußgelenkslinie. Der Bruchspalt ist deutlich zu erkennen. Nach beiden Richtungen ist die Markhöhle mit einem Knochendeckel verschlossen. Im oberen Sprunggelenk eine arthritische Zacke. Es handelt sich um eine Pseudarthrose des rechten äußeren Knöchels. Als Folgen der Verletzung bestehen neben der abnormen Beweglichkeit an dieser Stelle die subjektiven Beschwerden, die Bewegungsbehinderung im rechten Fußgelenk und die Muskelschwäche des rechten Beines. Die durch den Zustand bedingte Erwerbsfähigkeitsminderung wird auf 30 % geschätzt.

Bei einem zweiten Gutachten am 27. 1. 1936 in derselben Klinik fühlt man am rechten äußeren Knöchel einen ganz leichten Knochenvorsprung. Eine abnorme Beweglichkeit im äußeren Knöchel ist nicht mehr festzustellen. Eine teigige Schwellung ist bei der Untersuchung nicht festzustellen. T. gibt aber an, daß der rechte Unterschenkel bei längerer Arbeit anschwillt. Das rechte Fußgelenk läßt sich bis zu einem Winkel von 85° strecken und bis zu einem Winkel von 125° beugen. Dieselben Maße betragen auf der linken Seite 80° bzw. 155°. Die Drehfähigkeit im rechten Fußgelenk ist gegenüber links etwas behindert. Die Beweglichkeit in den übrigen Gelenken beider Beine ist normal. In beiden Kniegelenken leichtes Reiben. Die Beschwielung der Fußsohlen ist beiderseits gleich stark.

Der Gang auf ebener Erde ist hinkend auf der rechten Seite.

Das Röntgenbild des rechten Fußgelenkes in zwei Ebenen läßt die früher vorhandene Pseudarthrose der Fibula nicht mehr erkennen. Die Knochen sind in günstiger Achsenstellung fest verheilt, die Pseudarthrose ist fest geworden. Als Folgen der Verletzung bestehen noch die subjektiven Beschwerden, die leichte Bewegungsbehinderung im rechten Sprunggelenk, die deutliche Muskelschwäche des rechten Beines und der schonende Gang. Die hierdurch bedingte Erwerbsfähigkeitsminderung wird jetzt auf 20 % geschätzt.

Anfang Februar 1936 wieder aufgetretene stärkere Fußbeschwerden und Schwellungen gingen auf Behandlung mit Heißluft und Massage zurück. In späterer Zeit ergaben sich nur noch bei Wetterwechsel Beschwerden und Empfindlichkeit des Sprunggelenkes.

Mit der Aufstellung dieser Fälle denke ich den Beweis erbracht zu haben, daß es in vielen Fällen gelingt, durch die Belastung und zwar durch die Belastung allein und in Verbindung mit anderen konservativen Methoden ein Festwerden von Pseudarthrosen zu erreichen. Freilich wird man bei dem heutigen Stand der Asepsis und der Operationstechnik wohl in den weitaus meisten Fällen die sichere operative Therapie für die Beseitigung von Pseudarthrosen heranziehen. Trotzdem bleiben aber immer noch genug Fälle übrig, wo man die Belastung anwenden wird. Ganz abgesehen von den operationsscheuen Patienten kann man durch die Belastungstherapie bei infizierten Frakturen, wo man nicht operieren

kann, Heilung bringen und sie schließlich auch bei alten Leuten, wo man nicht gerne operieren wird, anwenden.

Zum Schluß meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Rostock für die Überlassung des Themas und die freundliche Beratung ergebenst zu danken.

Lebenslauf.

Ich, Franz Otto Hermann Walter, wurde geboren am 17. Januar 1913 in Berlin-Tegel als Sohn des Diplom-Ingenieurs Franz Walter und seiner Ehefrau Erna geb. Roos. Nach dreijährigem Besuch der Volksschule trat ich zu Ostern 1922 in die Sexta des Humboldt-Realgymnasiums in Berlin-Tegel ein. Ich verließ diese Anstalt im Juli 1927, da meine Eltern nach Zwickau/Sa. verzogen waren, wo ich in die Untersekunda des dortigen Realgymnasiums eintrat. Im März 1931 bestand ich die Reifeprüfung und immatrikulierte mich im Mai desselben Jahres als Student der Medizin an der Universität Würzburg, wo ich im November 1933 die ärztliche Vorprüfung bestand. Im Mai 1934 immatrikulierte ich mich an der Universität Berlin. Dort bestand ich das medizinische Staatsexamen am 2. Juni 1937.